

反応性二元同時スパッタリング法により作製した  $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$  (001)薄膜の特性評価Characterization of  $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$  (001) Thin Films Grown by Reactive Co-sputtering筑波大<sup>1</sup>, 名工大<sup>2</sup>, <sup>○</sup>青山凌平<sup>1</sup>, 内海優史<sup>1</sup>, 新関智彦<sup>1</sup>, 柳原英人<sup>1</sup>, 壬生 攻<sup>2</sup>, 喜多英治<sup>1</sup>Univ. of Tsukuba<sup>1</sup>, Nitech<sup>2</sup>, <sup>○</sup>R. Aoyama<sup>1</sup>, Y. Utsumi<sup>1</sup>, T. Niizeki<sup>1</sup>, H. Yanagihara<sup>1</sup>, K. Mibu<sup>2</sup>, E. Kita<sup>1</sup>

E-mail: s1320335@u.tsukuba.ac.jp

【はじめに】我々は、貴金属フリーの高垂直磁気異方性材料である  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  (CFO)薄膜に注目し、その磁気異方性の物理的機構について調べている。これまで  $\text{CoFe}$  合金ターゲットを用いた反応性スパッタリング法により  $\text{MgO}$  基板上に高い垂直磁気異方性を持つ CFO 薄膜を作製することに成功している。そこで CFO 薄膜の磁気特性とスパッタ条件の関係をより詳細に検討するために、合金ターゲットではなく二元同時スパッタリングによる  $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$  薄膜の作製を試みた。

【実験方法】 $\text{MgO}$ (001)劈開基板上に $\text{O}_2$ を反応性ガスとした反応性二元同時RFマグネトロンスパッタリング法により試料を作製した。ターゲットにはFeとCoを使用し、成膜中の $\text{O}_2$ 流量は1.8 sccm, 基板温度は300℃とした。ターゲット投入電力をFeに対しては100 Wで一定にし、Coに対しては55-75 Wの範囲で変化させた。作製した試料に対してRHEED像による結晶表面観察, X線小角反射率法による膜厚測定, 蛍光X線分析法による組成分析, さらに0-90 kOeの範囲でストレインゲージ法による磁気トルク測定を行った。

【実験結果】作製した全ての試料のRHEED像にスピネル構造特有のストリークパターンが見られた。Fig.1に $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ のxをCoに対する投入電力 $P_{\text{Co}}$ でプロットしたグラフを示す。ターゲットに対する投入電力を変化させることでCoFe組成比を制御できることが分かった。垂直磁気異方性定数は磁気トルク測定で得られる磁気トルク曲線から算出できる。しかし、0-90 kOeの範囲では試料は飽和しないので90 kOeの磁気トルク曲線から暫定の垂直磁気異方性定数 $K_u$ を算出した。Fig.2に $K_u$ のCoFe組成比依存性を示す。比較のために合金ターゲットを用いて作製した $\text{CoFe}(1:2)\text{-O}$ 薄膜と $\text{CoFe}(1:3)\text{-O}$ 薄膜の $K_u$ も示している。 $K_u$ は $x = 0.75$  (組成比Co:Fe=1:3)付近で最大値 $K_u = 7.2 \text{ Merg/cm}^3$ を示した。このことから合金ターゲットを用いて作製した $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 薄膜と同等の薄膜を反応性二元同時スパッタリング法によって作製することが可能であることがわかった。CFO薄膜の高い垂直磁気異方性の発現機構を解明する上でメスbauer分光測定が有効な情報を与える。本研究で見出した成膜条件を用いて $^{57}\text{Fe}$ のエンリッチを行ったFeターゲットと、Coターゲットによる反応性二元同時スパッタリング法で $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 薄膜を作製し、メスbauer分光測定を行うことで、Feの環境を調べCFO薄膜の垂直磁気異方性の機構解明につなげたい。講演では、メスbauer分光測定の結果についてもふれる予定である。

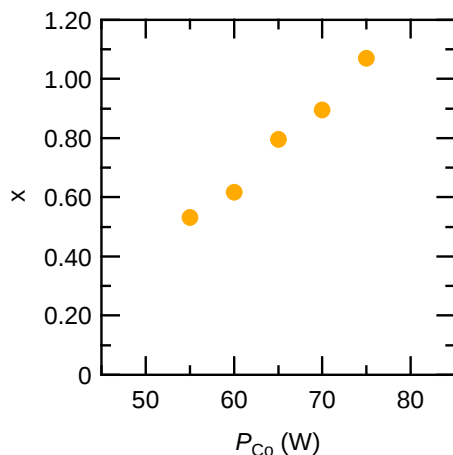


Fig.1 Co-Fe composition ( $x$ ) of  $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$  as a function of sputtering target power to Co.

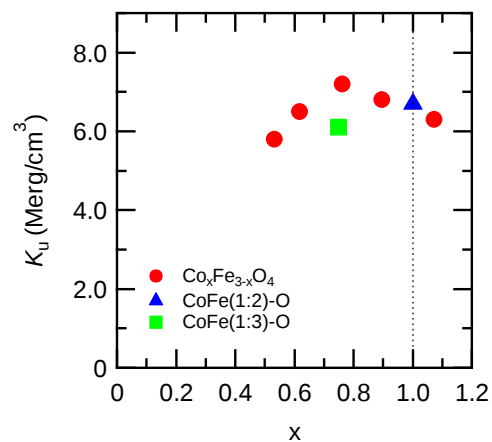


Fig.2 Perpendicular magnetic anisotropy constant as a function of  $x$ .